

Avaliação do estado nutricional e produtividade do algodoeiro em função de plantas de cobertura e doses de nitrogênio em pré-semeadura

Nutritional status and productivity of cotton plants as influenced by cover crops and doses of N applied before sowing

Samuel FERRARI^{1,2}; Enes FURLANI JÚNIOR³; João Vitor FERRARI⁴; Danilo Marcelo Aires dos SANTOS⁴; Gustavo Alves PEREIRA⁴; Wilson José Oliveira de SOUZA⁵

¹ Parte integrante da Tese de Doutorado do primeiro autor. Pesquisa financiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES;

² Autor para correspondência; Professor Assistente do Campus Experimental de Registro/UNESP. E-mail.: ferrari@registro.unesp.br; souza@registro.unesp.br

³ Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia; Faculdade de Engenharia/UNESP/Campus de Ilha Solteira. E-mail.: enes@agr.feis.unesp.br;

⁴ Pós Graduando em Agronomia; Faculdade de Engenharia/UNESP/Campus de Ilha Solteira. E-mail.: jao_agro@hotmail.com; dmaires@hotmail.com; gustavo_apereira@hotmail.com

⁵ Professor Assistente do Campus Experimental de Registro/UNESP. E-mail.: souza@registro.unesp.br.

Resumo

As diferentes culturas de cobertura e a viabilidade de aplicação do nitrogênio em pré-semeadura direta do algodoeiro consistem em dúvidas como: quais culturas a serem utilizadas, época e as doses do fertilizante que precisam de estudos científicos para a definição dos sistemas de manejo mais adequados. O objetivo do trabalho foi avaliar, em dois anos de cultivo, o efeito da aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do algodoeiro e de plantas de cobertura, implantadas em semeadura direta, no estado nutricional e na produtividade do algodoeiro. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, disposto em faixas, compostos por: a- três plantas de cobertura (nabo forrageiro, aveia-preta e aveia-branca) implantadas no período do inverno; b- quatro doses de nitrogênio (0; 30; 60; e 90 kg ha⁻¹) aplicadas em pré-semeadura do algodoeiro e sobre a cobertura morta do milheto. Nos dois anos de avaliação do ensaio, aos oitenta dias após a emergência do algodoeiro, foram realizadas as coletas, uma com 20 folhas por parcela experimental, para determinar o estado nutricional da cultura do algodoeiro. A colheita das parcelas experimentais foi manual em 25-04-2007 e 24-04-2008. Constatou-se o aumento dos teores de N e S nas folhas com o aumento das doses do fertilizante utilizado. Com a cultura do nabo forrageiro, é proporcionado aumento dos teores de K foliar do algodoeiro. Verificou-se efeito positivo da aplicação de doses crescentes de sulfato de amônio na produtividade.

Palavras-chave adicionais: *Gossypium hirsutum*; análise foliar; sulfato de amônio.

Abstract

The use of cover crops in cotton plants cultivation is a practice still in need of further research. The application of N doses before seed sowing is also another practice needing more studies. The objective of this research work was to evaluate cotton plants nutritional status and productivity during two successive cropping seasons when submitted to N applied before seed sowing and the effects of different species of cover crop sown together with the cotton seeds in a no-tillage system. In the field the experimental units were arranged in accordance with a randomized complete block design with four replications. The treatments were as follows : a) three cover crops : radish, black oat, and white oat sown during the winter time, b) four doses of N: 0, 30, 60, and 90 kg ha⁻¹ applied before sowing the cotton seeds on millet mulch. During both years of the experiment, 80 days after cotton seedling emergence, the nutritional status of the plants was determined using samples formed by 20 leaves collected per plot. Harvesting took place on April 25, 2007 and April 24, 2008. Increasing doses of the fertilizer caused increments in the levels of N and S in the leaves. Radish as a cover crop increased the level of K in cotton leaves. Cotton yield was verified to increase with growing doses of ammonium sulfate.

Additional keywords: *Gossypium hirsutum*; foliar analysis; ammonium sulfate.

Introdução

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é de extrema importância mundial, quer pelo valor da produção, quer pela multiplicidade de produtos que dela se originam e a sua utilização popular. O Brasil alcançou nesta safra (2010/2011) uma das maiores áreas cultivadas com algodão nos últimos 10 anos (1.304,7mil ha), que em comparação à safra de 2009/2010 cresceu 56,1%, que representa acréscimo de 469 mil hectares (CONAB, 2011).

Durante as décadas de sessenta, setenta e oitenta, o Brasil encontrava-se entre os maiores produtores e exportadores mundiais de algodão. Entretanto, após a constatação do bico (*Anthonomus grandis* Boh.) no algodoeiro, muitas plantações foram dizimadas. O algodão então tornou-se uma alternativa de rotação com a soja, contudo era preciso obter níveis superiores de produtividade. O crescimento do setor foi devido aos investimentos em qualidade de pesquisa.

A recomendação de adubação para a cultura do algodoeiro baseia-se em critérios dos resultados das análises de solo e de folhas. Porém, esses resultados devem ser interpretados juntamente com o histórico de manejo de cada campo dentro da propriedade e da região. Segundo SILVA (1999), a análise de solo é uma ferramenta fundamental na avaliação das necessidades das plantas. No entanto, no caso do nitrogênio e principalmente em condições de cerrado, ainda não existe um índice referencial para indicações seguras, haja vista que as condições de clima com grande quantidade de chuvas e altas temperaturas no verão, e característica de solos com frações de areia proporcionam um dinamismo ímpar na dinâmica dos nutrientes do solo.

Conforme COELHO et al. (2002), a aplicação de todo o N, a lanço ou em sulcos na pré-semeadura, desperta interesse porque apresenta vantagens operacionais, como flexibilidade no período de execução da semeadura, maior desempenho operacional dos implementos agrícolas e a racionalização do uso de máquinas e da mão de obra.

Em áreas no sistema de plantio direto, há interação do nitrogênio aplicado no solo com as plantas, palhada, solo e com os microrganismos deste, sendo sua dinâmica complexa, razão pela qual é o elemento mais estudado na cultura do algodoeiro (STAUT et al., 2002).

O nitrogênio tem função importante, pois faz parte da composição de todos os aminoácidos e proteínas, está presente também na molécula de clorofila e em alguns outros pigmentos. Com doses adequadamente aplicadas, serão estimulados o crescimento e o florescimento, e

regularizado o ciclo da planta, a produtividade é elevada, e o comprimento e a resistência da fibra são melhorados (CARVALHO et al., 2007). Contudo, a questão a ser estudada está na real eficiência do N aplicado em pré-semeadura do algodoeiro e em que quantidade aplicar para que haja um aporte ideal para a cultura.

Na tentativa de se definir um sistema no qual se tenha diminuição da perda de solo e favorecimento do aproveitamento da água, o plantio direto é caracterizado, principalmente na camada superficial, pela maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, favorecendo a infiltração e a redução da perda de água por escoamento superficial (ROTH & VIEIRA, 1983).

A importância das plantas de cobertura há muito tem sido reconhecida na agricultura. Com o uso dessa prática cultural, pode-se manter ou aumentar a produtividade das lavouras, com aumento do teor de matéria orgânica, melhoria das qualidades físicas do solo e diminuição do uso de insumos (adubos nitrogenados e defensivos) (HOLDERBAUM et al., 1990; MEISINGER et al., 1991; AZEVEDO et al., 1997). Contudo, deve-se definir qual a melhor e mais adaptada planta de cobertura a ser utilizada em região de cerrado para que proporcione aumento de produtividade para a cultura do algodoeiro.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar, em dois anos de cultivo, o efeito da aplicação de nitrogênio em pré-semeadura do algodoeiro e das plantas de cobertura, implantadas em semeadura direta, no estado nutricional e na produtividade do algodoeiro.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido no município de Selvíria-MS, região originariamente coberta com vegetação de Cerrado. As coordenadas geográficas da área em estudo são 20°20' de latitude sul e 51°24' de longitude oeste e com altitude média de 344 m, sendo o clima da região classificado, segundo Köppen, como do tipo Aw, definido como tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de 24,5°C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995).

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico muito argiloso, (EMBRAPA, 2006). Em junho de 2005, foi realizada amostragem de solo para a caracterização das propriedades químicas, seguindo a metodologia de análise descrita por RAIJ & QUAGGIO (1983), que revelou os valores de matéria orgânica de 24 g dm⁻³, 4,9 para pH (CaCl₂), 10 mg dm⁻³ de P_{resina}; 4,6; 18; 10; 24; 0 e

57 mmol_c dm⁻³, respectivamente, de K, Ca, Mg, H+Al; Al e CTC e 57% de saturação por bases (V%).

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, disposto em faixas (GOMES, 2000), composto por: a - três plantas de cobertura (nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), aveia-preta (*Avena strigosa* L.) e aveia-branca (*Avena sativa* L.), que foram implantadas em faixas, no período do inverno; b - quatro doses de nitrogênio (0; 30; 60; e 90 kg de N ha⁻¹) aplicadas na pré-semeadura do algodoeiro e sobre a cobertura morta do milho, que foi utilizado para formação de palhada para o ensaio.

Em 2004, a área para o trabalho foi cultivada com algodoeiro. Em julho de 2005, foi realizado o preparo do solo, numa profundidade de 30 cm, com arado de aiveca e grade. Juntamente com a operação de gradagem e para elevar a saturação por bases a 70% (SILVA & RAIJ, 1997), foi aplicada 1 t ha⁻¹ de calcário de acordo com análise prévia do solo.

No ano agrícola de 2005, na área do ensaio, foi implantada a cultura do algodoeiro, sendo a semeadura realizada de forma direta sobre palhada de milho.

Em 06 de maio de 2006, iniciaram-se as atividades referentes a este ensaio com a semeadura das plantas de cobertura em faixas, no espaçamento entre linhas de 17 cm. As densidades de semeadura foram 30 kg ha⁻¹ para nabo forrageiro e 50 kg ha⁻¹ para as aveias branca e preta.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada sem adição de fertilizante. Nas fases de emergência das plântulas e de estabelecimento das culturas, a área foi irrigada.

Em 11 de agosto de 2006, foi realizada a dessecação das culturas de inverno mediante a aplicação de herbicida glyphosathe, na dose de 1.440 g ha⁻¹ do ingrediente ativo. Em 24 de agosto do mesmo ano, foi realizada a semeadura do milho, no espaçamento de 0,45 m entre as linhas e 20 kg ha⁻¹ de sementes para obtenção de palha na área (GUIDELI et al., 2000).

Aos 72 dias após a semeadura do milho, foi realizada uma coleta para a determinação da quantidade de matéria seca, que atingiu 6 t ha⁻¹. Posteriormente, foi realizada sua dessecação com o herbicida glifosato na dose de 4 L ha⁻¹ do produto comercial (48% m/v) e, posteriormente, a trituração.

Em 17 de novembro de 2006, foram aplicadas as doses de nitrogênio (adubação em pré-semeadura do algodoeiro), as quais fazem parte dos tratamentos em estudo, com o fertilizante sulfato de amônio (20% N e 24% S), de forma manual, a lanço e na superfície da palhada do milho.

A semeadura direta do algodão sobre a palhada do milho foi realizada em 18 de novembro, com uma densidade de 11 sementes por metro e utilizando a cultivar de algodoeiro Deltaopal, sendo escolhido por apresentar elevada produtividade nas condições de implantação do trabalho (FERRARI et al., 2008).

A adubação de semeadura do algodoeiro foi realizada sem a aplicação de nitrogênio, contudo foi de acordo com o recomendado por SILVA & RAIJ (1997), para o P e K. Com base na análise de solo (Tabela 1), foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). A emergência das plântulas ocorreu aos cinco dias após a semeadura.

Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, com cinco metros de comprimento e espaçamento de 0,9 m, sendo a área útil constituída pelas duas linhas centrais da parcela. Após a emergência e estabelecimento das plantas, estas foram raleadas, deixando-se um estande de oito plantas por metro.

O controle de pragas e doenças foi realizado visando a um adequado desenvolvimento, de modo que não houvesse interferência negativa nos tratamentos em estudo.

O regulador de crescimento, cloreto de mepiquat, foi aplicado de forma única, aos setenta dias após a emergência (DAE) com pulverizador costal, na dose de 1,0 L ha⁻¹ do produto comercial (5 m/v), sendo a pulverização realizada no período matutino, com intuito de serem evitadas as elevadas temperaturas constatadas ao longo do dia.

Para a análise foliar do algodoeiro, foi realizada a coleta de 20 folhas por parcela experimental (limbo da 5^a folha da haste principal), aos oitenta DAE da cultura, de acordo com as recomendações de SILVA (1999), para verificar o efeito dos tratamentos estudados na concentração de nutrientes.

Após a coleta, foram realizadas análises químicas para a determinação dos teores foliares de macronutrientes, segundo metodologias relatadas por BATAGLIA et al. (1983), EMBRAPA (1999) e MALAVOLTA et al. (1997).

A colheita das parcelas experimentais foi manual, em 25 de abril de 2007, sendo retirados todos os capulhos das duas linhas centrais. Após a colheita do algodão, foi realizada a destruição da soqueira do algodoeiro com auxílio de roçadora acoplada a um trator.

Para o ano agrícola de 2007, as atividades foram realizadas exatamente como no ano de 2006 e na mesma sequência. As datas foram, para semeadura das três plantas de cobertura, em 11-05, dessecação dessas plantas em 15-08, semeadura do milho de forma direta em 28-08, dessecação do milho em 09-11, corte dessa

cultura e aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura em 20-11-2007, semeadura do algodoeiro de forma direta em 21-11 e colheita do algodão em 24-04-2008.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F e teste de comparação de médias (Tukey) e Regressão polinomial ao nível de significância de $p < 0,01$, utilizando a metodologia descrita por GOMES (2000).

Resultados e discussão

A aplicação de doses de N em pré-semeadura do algodoeiro proporcionou aumento significativo no teor foliar de N dessa cultura (Tabela 1). O maior valor determinado foi para a dose de 90 kg N ha^{-1} , com $49,65 \text{ g kg}^{-1}$. Tais resultados foram semelhantes aos verificados

por SILVA et al. (1993), que utilizaram doses crescentes de nitrogênio (0 a 100 kg N ha^{-1}) e constataram elevação do teor foliar de nitrogênio com o aumento das doses aplicadas. Concordam ainda com esses resultados aqueles encontrados por FURLANI JÚNIOR et al. (2005), que estudando modos de aplicação do fertilizante nitrogenado para a cv. de algodoeiro IAC 22, em diferentes localidades, determinaram teores de N foliar adequados para o algodoeiro em função da aplicação de 75 kg N ha^{-1} . Estudos com a cultura do algodoeiro, realizados por BRANDÃO et al. (2011) e ROSA et al. (2011), indicam ser adequados valores de N foliar entre 39 e 42 g N kg^{-1} de matéria seca. Por outro lado, não foi possível observar efeito significativo na concentração dos macronutrientes foliares em função das plantas de cobertura estudadas.

Tabela 1 - Médias dos teores de macronutrientes (g kg^{-1}) em folhas de algodoeiro, em função dos tratamentos. Selvíria-MS, 2006-2007. *Mean macronutrient concentrations (g kg^{-1}) in cotton leaves as influenced by the treatments during the first cropping season.*

Teste F	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Fontes de variação			p>F			
Plantas de cobertura (p)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Doses de N (d)	*	ns	ns	*	ns	*
p x d	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Plantas de cobertura			(g kg^{-1})			
Aveia-Branca	46,98	3,89	8,91	15,87	4,98	12,14
Aveia-Preta	48,24	4,02	7,93	14,99	4,32	12,03
Nabo Forrageiro	47,63	4,05	8,24	16,45	4,45	11,16
C.V. %	5,17	8,13	29,76	32,51	21,63	12,01
D.M.S.	5,89	0,64	2,32	2,67	0,74	1,35
Doses de N (kg ha^{-1})			Regressão Polinomial			
0	46,21	4,03	8,77	19,25	4,78	11,15
30	48,05	4,12	7,87	13,74	4,45	11,48
60	47,59	3,91	7,93	17,33	5,80	12,12
90	49,65	4,17	8,31	13,36	4,21	12,85
p>F (linear)	** ⁽¹⁾	ns	ns	* ⁽²⁾	ns	** ⁽³⁾
p>F (quadrática)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
R ² (linear %)	80,56	5,03	16,38	43,04	39,33	97,47
R ² (quadrática %)	80,75	24,90	96,21	43,00	46,51	99,85
Equações Polinomiais						
⁽¹⁾ $Y = 46,397 + 0,032x$		⁽²⁾ $Y = 18,036 - 0,046x$		⁽³⁾ $Y = 11,040 + 0,019x$		

ns, ** e * Não significativo ($p > 0,05$), significativo a 1% ($p < 0,01$) e a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Analisando os resultados obtidos para cálcio foliar (Tabela 1), não foram obtidas alterações significativas nessa concentração ao serem utilizadas plantas de cobertura no período de inverno. Por outro lado, nota-se redução da quantidade desse nutriente nas folhas em função do acréscimo das doses de N aplicadas em pré-semeadura do algodoeiro.

Para tais resultados obtidos, uma das explicações foi que, com o acréscimo das doses crescentes de N aplicadas na superfície do solo,

houve lixiviação do nitrato para as camadas mais profundas, sendo o Ca requerido também nesse processo (HELYAR, 1991), de tal modo que pode ter ocorrido uma diminuição da concentração de Ca no solo, refletindo em menor quantidade desse nutriente, determinado nas folhas do algodoeiro.

Dessa forma, torna-se cada vez mais importante uma avaliação criteriosa da adubação a ser realizada na cultura do algodoeiro em função da análise inicial do solo, para que não ocorram

possíveis reduções de produtividade em função da interação entre os nutrientes.

Na avaliação dos teores de S determinados nas folhas do algodoeiro, observou-se um aumento de sua concentração em função das doses crescentes do fertilizante nitrogenado utilizado. Para tais resultados, o ocorrido foi que o fertilizante nitrogenado também contém S em sua constituição (sulfato de amônio com 24% S), resultando em aumento da quantidade desse nutriente no solo e consequente maior valor encontrado nas folhas.

Para os demais macronutrientes avaliados (P, K e Mg), não foi possível determinar diferença estatística entre as médias apresentadas, em função da utilização de doses crescentes de N em pré-semeadura. Da mesma forma, também não foram constatadas diferenças significativas para as médias desses nutrientes ao nível foliar, para as diferentes plantas de cobertura em avaliação (Tabela 1).

Na Tabela 2, foram apresentadas as médias dos nutrientes determinados na análise foliar realizada aos 80 DAE do algodoeiro, verificando-se efeito linear positivo com a utilização de doses crescentes de N nas folhas. Dessa forma, a maior concentração ($45,89 \text{ g kg}^{-1}$) foi obtida com a máxima dose aplicada. Tais resultados são diferentes dos determinados por CARVALHO et al. (2001), que ao fazerem uso de adubação foliar de N constataram quantidade máxima de N nas folhas de algodoeiro, de 27 g kg^{-1} para a aplicação de 90 kg ha^{-1} . Esses resultados são discordantes dos de MALAVOLTA et al. (1997), que indicam como faixa ideal o teor foliar de N variável de $30\text{-}35 \text{ g kg}^{-1}$ para o algodoeiro herbáceo. No entanto, não houve efeito significativo da utilização das culturas de inverno nos teores de N.

Na avaliação dos teores de K nas folhas do algodoeiro cv. Deltaopal (Tabela 2) verificou-se que, com a cultura do nabo forrageiro, houve aumento da concentração desse nutriente em comparação com as demais plantas de cobertura. Contudo, não houve efeito das doses crescentes de N aplicadas em pré-semeadura nos valores foliares desse nutriente.

Nesse ano agrícola de 2007-2008, não foram verificadas alterações significativas nos teores de Ca em função das doses crescentes de N (Tabela 2). Também não houve diferenças significativas entre as médias desse nutriente em função das diferentes plantas de cobertura.

Ainda pela análise da Tabela 2, foi possível verificar aumento dos teores foliares de S à medida que maiores quantidades do fertilizante nitrogenado (sulfato de amônio) foram aplicadas.

Na avaliação dos demais nutrientes foliares (P e Mg), não se constatou diferença significativa entre as médias apresentadas para os tratamentos com as diferentes plantas de cobertura,

tampouco com as doses crescentes de N aplicadas em pré-semeadura do algodoeiro.

As produtividades de algodão em caroço, determinadas nos dois anos do estudo da aplicação de doses crescentes de nitrogênio, aliadas ao uso de plantas de cobertura no período de inverno estão apresentadas na Tabela 3. Para o ano agrícola de 2006-2007, verifica-se com a cultura do nabo forrageiro foi proporcionado acréscimo de produtividade em comparação com as demais plantas de cobertura. Uma das suposições para esse incremento está na possível estruturação mais adequada do solo, promovida pela cultura do nabo forrageiro, haja vista que é uma cultura com sistema radicular pivotante, enquanto as gramíneas em estudo apresentam um sistema radicular fasciculado.

A produtividade da cv Deltaopal também foi significativamente influenciada pela utilização de doses de N, obtendo-se incremento até a máxima dose aplicada (Tabela 3). A produtividade da testemunha foi de $2.231,54 \text{ kg}$, enquanto, com a dose de 90 kg N ha^{-1} , foi de $2.945,27 \text{ kg}$, refletindo em aumento de $713,73 \text{ kg ha}^{-1}$. Tais valores foram semelhantes aos determinados por SILVA et al. (1993), que relataram aumento da produtividade na cultura do algodão com a aplicação de doses crescentes de nitrogênio (até 100 kg N ha^{-1}). Da mesma forma, FREITAS et al. (2011) e CARVALHO et al. (2011) encontraram aumento de produtividade de algodão em caroço com o aumento das doses de N em estudo, sendo as máximas doses indicadas de 100 e 144 kg N ha^{-1} , respectivamente.

Na avaliação de produtividade realizada na safra 2007-2008 (Tabela 3), com as diferentes culturas de inverno, não foram promovidas diferenças significativas nas condições de implantação do ensaio. Contudo, ao se analisar a utilização de doses de N em pré-semeadura, constatou-se efeito linear positivo e significativo das doses crescentes de N na produtividade do algodoeiro.

A variação entre a máxima dose aplicada e a ausência de adubação foi de $678,52 \text{ kg ha}^{-1}$. Dessa forma, os resultados encontrados indicam que a adubação nitrogenada antecipada à semeadura, além de ser prática que proporciona agilidade no plantio, promove aumento da produtividade do algodoeiro. Tais resultados são concordantes com os de Teixeira et al. (2008), que ao fazerem uso de doses crescentes de N aplicadas em doses iguais, na semeadura e em coberturas, determinaram máxima produtividade (3.633 kg ha^{-1}) ao fazer uso de 131 kg N ha^{-1} , quando comparado com a testemunha (3.362 kg ha^{-1}). Corroboram ainda esta afirmação os resultados constatados por Lamas & Staut (2005), que obtiveram efeito significativo na produtividade do algodoeiro até a adição de $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$.

Tabela 2 - Médias dos teores de macronutrientes (g kg^{-1}) em folhas de algodoeiro, em função dos tratamentos. Selvíria-MS, 2007-2008. *Mean macronutrient concentrations (g kg^{-1}) in cotton leaves as influenced by the treatments during the second cropping season.*

Teste F	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
Fontes de variação	p>F					
Plantas de cobertura (p)	ns	ns	*	ns	ns	ns
Doses de N (d)	*	ns	ns	ns	ns	*
p x d	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Plantas de cobertura	(g kg^{-1})					
Aveia-Branca	45,02	3,79	11,93 b	29,50	10,40	7,69
Aveia-Preta	42,89	3,82	10,02 b	28,84	9,97	7,29
Nabo Forrageiro	43,03	3,77	13,71 a	28,58	9,74	7,65
C.V. %	5,052	9,40	28,64	12,64	11,80	16,29
D.M.S.	5,89	0,309	2,954	3,177	1,027	1,066
Doses de N (kg ha^{-1})	Regressão Polinomial					
0	42,24	3,85	10,90	28,26	9,50	6,75
30	42,87	3,77	13,17	29,39	10,22	7,69
60	44,02	3,69	11,80	28,63	9,95	7,43
90	45,89	3,87	11,68	29,61	10,47	8,30
p>F (linear)	*(1)	ns	ns	ns	ns	** (2)
p>F (quadrática)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
R ² (linear %)	0,78	0,22	1,73	44,76	67,00	78,02
R ² (quadrática %)	4,98	85,63	55,23	45,20	68,79	78,12
Equações Polinomiais						
	⁽¹⁾ Y= 42,097+0,0412x			⁽²⁾ Y= 6,8824 +0,0146		

ns, ** e * Não significativo ($p>0,05$), significativo a 1% ($p<0,01$) e a 5% ($p<0,05$), respectivamente, pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não são diferentes entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Médias de produtividade de algodão em caroço, em dois anos agrícolas, em função de plantas de cobertura e doses de N em pré-semeadura. Selvíria-MS. *Cotton mean productivity during two cropping seasons as influenced by the treatments.*

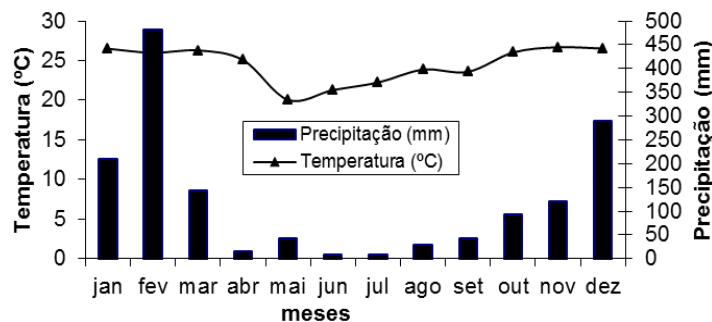
Fontes de variação	p>F	
Plantas de cobertura (p)	**	ns
Doses de N (d)	**	*
p x d	ns	ns
Plantas de cobertura	Produtividade (kg ha^{-1})	
	2006-2007	2007-2008
Aveia-Branca	2.412,00 b	2.762,00
Aveia-Preta	2.363,00 b	2.898,00
Nabo Forrageiro	2.988,00 a	2.868,00
C.V. %	14,62	16,60
D.M.S.	525,00	484,29
Doses de N (kg ha^{-1})	Regressão Polinomial	
0	2.231,34	2.430,00
30	2.230,08	2.807,13
60	2.707,37	3.027,25
90	2.945,27	3.108,52
p>F (linear)	** (1)	** (2)
p>F (quadrática)	ns	ns
R ² (linear %)	99,19	92,09
R ² (quadrática %)	98,40	99,99
Equação Polinomial		
	⁽¹⁾ Y= 2231,04+7,9359x	⁽²⁾ Y= 2504,91+7,5184x

ns, ** e * Não significativo ($p>0,05$), significativo a 1% ($p<0,01$) e a 5% ($p<0,05$), respectivamente, pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não são diferentes entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

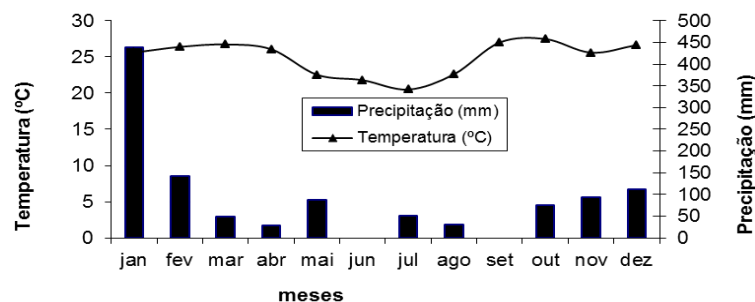
Na safra de 2007-2008, em comparação com a safra anterior (Tabela 3), foi possível notar um aumento da produtividade do algodão, o que pode ser comprovado pelas médias dos tratamentos utilizados. Tal aumento pode ser atribuído à boa distribuição e boa quantidade de chuvas ocorridas naquele ano, o que não causou estresse hídrico para a planta, favorecendo seu desenvolvimento.

Entre novembro de 2006 e abril de 2007, as chuvas ocorridas promoveram acúmulo de 1.158,34 mm, principalmente nos meses de dezembro e janeiro. Já no período de novembro de 2007 a abril de 2008, foram acumulados 1.376,22 mm por chuva (Figuras 1 (a), 1(b) e 1(c)).

(a)



(b)



(c)

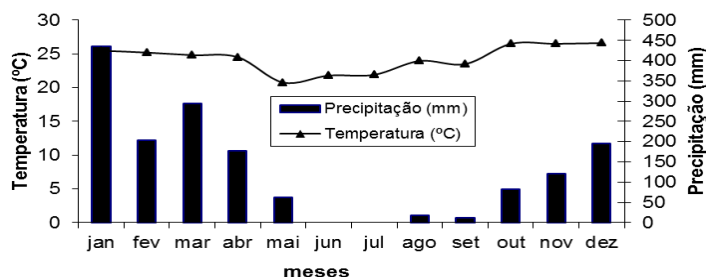


Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas médias entre os anos de 2006 (a), 2007 (b) e 2008 (c). Selvíria-MS. Pluvial precipitation and mean temperatures during the years 2006 (a), 2007 (b), and 2008 (c) in the area where the experiments were carried out.

Conclusão

Há efeito positivo da aplicação de doses crescentes de N na produtividade e no aumento dos teores foliares N e S. O teor foliar de K no algodoeiro pode ser incrementado pela rotação com a cultura do nabo forrageiro.

A adubação nitrogenada antecipada e realizada sobre palhada em condições de seme-

adura direta proporciona incremento de produtividade para o algodoeiro.

Referências

AZEVEDO, D. M. P.; LANDIVAR, J.; VIEIRA, R. M.; MOSELEY, D. Efeitos da rotação de cultura e cultura de cobertura no rendimento e cresci-

mento do algodoeiro herbáceo. **Revista Oleaginosas e Fibrosas**, v.1, p.87-96. 1997.

BATAGLIA, O. C., FURLANI, A. M. C., TEIXEIRA, J. P. F., FURLANI, P. R., GALLO, J. P. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

BRANDÃO, Z. N.; SOFIATTI, S.; BEZERRA, J. R. C.; FERREIRA, G. B.; MEDEIROS, J. C. Macronutrientes no tecido foliar de plantas de algodão em diferentes estádios fenológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Congresso Brasileiro de Algodão, 2011. p.1618-1625.

CARVALHO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; FURLANI JÚNIOR, E.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; ATHAYDE, M. L. F. de. Uso da adubação foliar nitrogenada e potássica no algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.60, p.239-244, 2001.

CARVALHO, L. H.; SILVA, N. M.; KONDO, J. I.; CHIAVEGATO, E. J.; ALMEIDA, W. P. CARVALHO, W. D. R. Diferentes doses de nitrogênio e cloreto de mepiquat em plantio adensado do algodoeiro, na presença de nematóides. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8, 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Congresso Brasileiro de Algodão, 2011. p.913-917.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA, G. B. F.; STAUT, L. A. Algodão no cerrado do Brasil. Brasília: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2007. p.582-588.

COELHO, A.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Rendimento de milho no Brasil: chegamos ao Máximo. In: SIMPÓSIO DE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 3., 2002, Piracicaba: Ceres, 2002. 32p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safras/algodão**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 25.abril.2011.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, 1999. 370p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 306p.

FERRARI, S.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; SANTOS, D. M. A.. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro

em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.30, p.365-371, 2008.

FREITAS, F. B.; ROQUE, C. G. MINOTTO V. A.; LEAL, A. J. F.; FREITAS, U. C. Avaliação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2011, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2011. p.202-205.

FURLANI JÚNIOR, E.; SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; ANDREOTTI, M. Métodos de aplicação de fertilizantes na cultura do algodoeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.27, p.739-745, 2005.

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: USP, 2000. 477p.

GUIDELI, C.; FAVORETO, V.; MALHEIROS, E. B. Produção e qualidade do milho semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.2093-2098, 2000.

HELYAR, K. R. The management of acid soils. In: WRIGHT, R. J.; BALIGAR, V. C.; MURRAN, R. P., (Ed.). **Plant-soil interactions at low pH**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p.365-382.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

HOLDERBAUM, J. F.; DECKER, A. M.; MEISINGER, J. J.; MULFORD, F. R.; VOUGH, L. R. Fall seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid East. **Agronomy Journal**, Madison, v.82, p.117-124, 1990.

LAMAS, F. M.; STAUT, L. A. Nitrogênio e cloreto de mepiquat na cultura do algodoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.51, p.755-764, 2005.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. L. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MEISINGER, J. J.; HARGROVE, W. L.; MIKKELSON, R. L.; WILLIAMS, J. R.; BENSON, J. W. Effects of cover crops on groundwater quality. In: HARGROVE, W. L. (Ed.). **Cover crops for clean water**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1991. p.57-68.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análises de solos para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

ROSA, C. E.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A. P. P. G.; FERRARI, J. V.; SANTOS, D. M. A.; VIERIRA, H. S. S.; VERTUAN, L. F. Teores foliares de macronutrientes, índice SPAD e produtividade do algodoeiro em função da aplicação de subdose de glifosato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8., 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Congresso Brasileiro de Algodão, 2011. p.1215-1221.

ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Ponta Grossa, v.1, p.4, 1983.

SILVA, N. M.; CARVALHO, L. H.; CANTARELLA, H.; BATAGLIA, O. C.; KONDO, J. I.; SABINO, J. S.; BORTOLETO, N. Uso de sulfato de amônia e de uréia na adubação do algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.52, p.69-81, 1993.

SILVA, N. M.; RAIJ, B. van. Fibrosas. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico/Fundação IAC, 1997. cap.16, p.107-111. (Boletim Técnico, 100).

SILVA, N. M., Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E.; FREIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFÓS, 1999. p.57-92

STAUT, L. A.; LAMAS, F. M.; KURIHARA, C. H.; REIS JÚNIOR, R. A. **Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do algodoeiro em sistema plantio direto**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. p.92, (Comunicado Técnico, 67).

TEIXEIRA, I. R.; KIKUTI, H.; BORÉM, A. Crescimento e produtividade de algodoeiro submetido a cloreto de mepiquat e doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.67, p.891-897, 2008.